

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application No. : Not Yet Assigned
Applicant : GREGOR FISCHER, et al.
Filed : February 6, 2004
Docket No. : 080437.52819US
Customer No. : 23911
Title : METHOD FOR OPERATING A MOTOR VEHICLE FUEL
TANK SYSTEM, ESPECIALLY A CRYOTANK SYSTEM
AND CORRESPONDING TANK SYSTEM, FOR
EXAMPLE, FOR LIQUID HYDROGEN

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

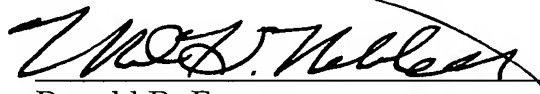
Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 101 39 136.6,
filed in Germany on August 9, 2001, is hereby requested and the right of priority
under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original
foreign application.

Respectfully submitted,

February 6, 2004



Donald D. Evenson
Registration No. 26,160
Mark H. Neblett
Registration No. 42,028

CROWELL & MORING LLP
Intellectual Property Group
P.O. Box 14300
Washington, DC 20044-4300
Telephone No.: (202) 624-2500
Facsimile No.: (202) 628-8844

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 39 136.6

Anmeldetag: 09. August 2001

Anmelder/Inhaber: Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
München/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeug-Kraftstoff-
tank-Systems, insbesondere eines Kryotank-Systems
sowie entsprechendes Tank-System, beispielsweise
für flüssigen Wasserstoff

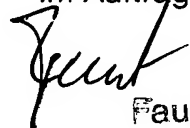
IPC: B 60 K 15/03

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 16. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag


Faust

5

10 **Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeug-Kraftstofftank-Systems, insbesondere eines Kryotank-Systems sowie entsprechendes Tank-System, beispielsweise für flüssigen Wasserstoff**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeug-
15 Kraftstofftank-Systems, insbesondere eines Kryotank-Systems, bspw. für flüssigen Wasserstoff, wobei Elemente des Tank-Systems, wie Leitungen, Ventile oder ähnliches und/oder ein Speicherbehälter für den Kraftstoff zumindest teilweise von einer Kapsel umgeben sind, deren Innenraum zumindest zeitweise entlüftet wird. Ferner betrifft die Erfindung ein entspre-
20 chendes Fahrzeug-Kraftstofftank-System nach dem Oberbegriff des Anspruchs 10. Zum technischen Umfeld wird lediglich beispielshalber auf die DE 195 46 618 C2 und daneben auf die EP 0 069 717 B1 verwiesen.

Auf der Suche nach alternativen Antriebsenergien für Kraftfahrzeuge wird
25 auch mit Flüssiggasen im allgemeinen und mit Wasserstoff im besonderen gearbeitet. Dabei wird ein Flüssiggas oder Wasserstoff in flüssiger Form in einem sog. Kryotank gespeichert. Verschiedene Leitungen, in denen bspw. Ventile, aber auch Wärmetauscher oder allgemein fluidführende Elemente des Tank-Systems vorgesehen sind, führen in den Tank bzw. aus diesem
30 heraus, so u.a. zu der mit dem Kraftstoff betriebenen Brennkraftmaschine.

Eine weitere aus einem Kryotank herausführende Leitung kann der Abfuhr des sog. boil-off-Gases dienen.

Bei Kryotank-Systemen ist es üblich, diese genannten oder auch andere
5 System-Elemente zumindest abschnittsweise oder teilweise zu kapseln, d.h. innerhalb einer sog. Kapsel anzuordnen, die um diese Elemente bzw. Teile derselben herum gebaut ist. Gegebenenfalls kann diese Kapsel auch den Fahrzeug-Tank selbst umhüllen. Diese Kapsel, die mit Ausnahme einer ggf. absperrbaren Entlüftungsleitung aus unterschiedlichen Gründen gegenüber
10 ihrer direkten Umgebung abgedichtet ist, kann sich dabei durchaus vom eigentlichen Tank bis zu der mit dem im Tank gespeicherten enthaltenen Kraftstoff zu versorgenden Brennkraftmaschine oder dgl. erstrecken.

Im übrigen ist die Verwendung einer derartigen Kapsel an einem Fahrzeug-
15 Tanksystem nicht auf ein Kryotank-System beschränkt, vielmehr kann auch an bislang üblichen Kraftfahrzeug-Tanksystemen, in denen Benzin oder Dieselkraftstoff gespeichert wird, eine Kapselung realisiert werden, um den immer strengerem gesetzlichen Vorschriften hinsichtlich der Verdunstungsverluste aus dem Kraftstoffsystem gerecht zu werden. Daneben kann auch
20 eine Kapsel eines LNG-Tanksystems angebracht sein.

Grundsätzlich können sich in der besagten Kapsel Gaskonzentrationen bilden, die unter ungünstigsten Umständen nicht unkritisch sind. Durch nicht immer vollständig vermeidbare Leckagen kann nämlich aus dem Kraftstoff-
25 tank-System gasförmiger Kraftstoff in den Innenraum der Kapsel gelangen und sich dort ansammeln. Des weiteren besteht, wenn im Falle eines Kryotanks dessen Gase in einer Leitung durch die Kapsel hindurch abgeführt werden, an dieser extrem kalten Abfuhr-Leitung die Gefahr der Luftverflüssigung und daraus resultierend einer Sauerstoff-Anreicherung in der Kapsel.
30 Die Bildung zündfähiger Gemische in der Kapsel kann somit nicht mit absoluter Sicherheit ausgeschlossen werden, und zwar auch dann nicht,

wenn diese Kapsel entlüftet wird. Eine derartige Entlüftung erfolgt zumindest beim internen Stand der Technik über eine außerhalb des Fahrzeugs mündende Entlüftungsleitung, wobei die Kapsel hauptsächlich dazu dient, Leckage-Gase des Tanksystems aufzufangen und ein Eindringen dieser Gase in den Fahrzeug-Innenraum zu verhindern.

Die einfache Abfuhr der sich in der Kapsel ansammelnden Gase in die Umgebung ist ferner nicht immer unproblematisch, falls diese überhaupt in ausreichendem Maße erfolgt. Neben möglichen Umweltproblemen sind in diesem Zusammenhang grundsätzliche Zulassungsprobleme für das Fahrzeug aufgrund gesetzlicher Vorschriften zu nennen.

Eine Abhilfemaßnahme für diese geschilderte Problematik aufzuzeigen, ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

Bezüglich des Betriebsverfahrens für ein Fahrzeug-Kraftstofftank-System ist die Lösung dieser Aufgabe dadurch gekennzeichnet, dass zur Entlüftung des Kapsel-Innenraums ein Druckgefälle erzeugt wird und dass das hierbei abgeführte Gas, das über unvermeidbare Leckage aus dem Tank-System in den Innenraum gelangt ist, derart weiterbehandelt und somit gezielt entsorgt wird, so dass keine Gefährdung für die Umgebung besteht.

Bezüglich des nebengeordneten Vorrichtungsanspruchs, ein Fahrzeug-Kraftstofftank-System betreffend, ist die Lösung der genannten Aufgabe dadurch gekennzeichnet, dass neben einer Vorrichtung zur Erzeugung eines Druckgefälles zwischen dem Kapsel-Innenraum und der Umgebung in einer Verbindungsleitung mit der Umgebung eine Entsorgungsvorrichtung für das abgeführte Gas, das über unvermeidbare Leckage aus dem Tank-System in den Kapsel-Innenraum gelangt ist, vorgesehen ist, in welcher dieses Gas derart weiterbehandelt wird, dass keine Gefährdung für die Umgebung besteht.

Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind Inhalt der jeweiligen Unteransprüche.

Erfindungsgemäß wird dafür gesorgt, dass die sich im Innenraum der Kapsel ansammelnden, teilweise nicht ungefährlichen Gase bzw. Gasgemische immer wieder aus der Kapsel entfernt werden und dabei solchermaßen weiterbehandelt werden, dass sich keine Probleme für die Umwelt bzw. die Umgebung ergeben. Beispielsweise kann das aus dem Zwischenraum abgeführte Gas im Rahmen seiner Entsorgung verbrannt werden, so dass lediglich die dabei entstehenden Abgase, die dann unschädlich sind, in die Umgebung gelangen. Alternativ kann das abgeführte Gas zur Entsorgung auch katalytisch oxidiert und somit ungefährlich gemacht werden, nachdem danach keine Entzündung dieses Gases im Luft-Sauerstoff mehr möglich ist.

Was die Entlüftung selbst betrifft, so kann diese mittels eines sog. Spülmediums durchgeführt werden, welches quasi das genannte Druckgefälle herstellt. Die Verwendung eines Spülmedium gewährleistet, dass auch dann, wenn lediglich ein relativ geringes Druckgefälle bereit gestellt werden kann, das zuvor im Kapsel-Innenraum befindliche nicht ungefährliche Gas bzw. Gasgemisch sicher aus dem Innenraum herausgeführt, d.h. entfernt werden kann. Wenn dabei als Spülmedium ein inertes Gas zum Einsatz kommt, ist gewährleistet, dass keine unerwünschte chemische Reaktion angefacht wird, d.h. dass sich das durch das Druckgefälle abzuführende Gasgemisch sicher nicht entzünden kann. An einem Kraftfahrzeug, das mit einem Tank-System zur Versorgung der das Fahrzeug antreibenden Brennkraftmaschine versehen ist, ist vorteilhafterweise bereits eine Quelle für ein solches inertes Gas vorhanden, und zwar in Form des von der Brennkraftmaschine ausgestoßenen Abgases.

Bevorzugt erfolgt die Entlüftung des genannten Kapsel-Innenraumes in Abhängigkeit zumindest einer Randbedingung zumindest im wesentlichen regelmäßig, um auszuschließen, dass sich - bspw. auch bei einer längeren Abstellphase des Kraftfahrzeuges - eine gefährliche Menge von Gasen im

Kapselinnenraum ansammelt. In einfacher Weise kann die Entlüftung des Innenraumes zeitlich gesteuert durchgeführt werden, d.h. in regelmäßigen zeitlichen Abständen wird jeweils für eine gewisse Zeitdauer bspw. die beschriebene Spülung des Innenraumes mit einem Spülmedium durchgeführt.

Alternativ kann die durch ein Druckgefälle gesteuerte Entlüftung bei Vorliegen einer oder verschiedener bestimmter Gas-Konzentration(en) im Kapsel-Innenraum durchgeführt werden, wobei diese Konzentration(en) dann laufend geeignet ermittelt bzw. überwacht werden muss/müssen. Genau genommen ist dabei das Verhältnis der Sauerstoff-Konzentration zur Kraftstoffgas-Konzentration (bzw. in einem bevorzugten Anwendungsfall zur Wasserstoff-Konzentration) von Bedeutung. Insofern kann allgemein die besagte Entlüftung auch bei Erreichen einer bestimmten Sauerstoff-Konzentration im Kapsel-Innenraum durchgeführt werden.

Es wurde bereits erwähnt, dass das aus dem Kapsel-Innenraum abgeführte Gas bzw. Gas-Gemisch im Rahmen seiner Entsorgung verbrannt werden kann, so dass lediglich die dabei entstehenden Abgase, die dann unschädlich sind, in die Umgebung gelangen. Hierfür kann in einer Verbindungsleitung zwischen dem Kapsel-Innenraum und der Umgebung ein spezieller Brenner und in einer bevorzugten Ausführungsform ein sog. Boil-off-Brenner vorgesehen sein. An oder in einem Boil-off-Brenner erfolgt bekanntermaßen die Verbrennung der Boil-off-Gases eines Kryotanks. Die im Brenner entstehenden Abgase können dann einfach in die Umgebung abgegeben werden, ohne dass hieraus eine Gefahr entsteht.

Im übrigen kann die soeben genannte Verbrennung bei Auswahl eines geeigneten Brennermaterials auch katalytisch erfolgen. Des weiteren kann die Zündung des Brenners ebenfalls katalytisch erfolgen. Diese katalytische Basis ermöglicht vorteilhafterweise eine Entsorgung ohne externen zusätzlichen Energieaufwand.

Ein Sonderfall eines Brenners wird durch die das Fahrzeug antreibende Brennkraftmaschine gebildet. In dieser findet ohnehin eine Verbrennung des Kraftstoffs bspw. des Wasserstoffgases statt. Nun ist nur noch das aus dem Kapsel-Innenraum entfernte Gasgemisch dieser bereits vorhandenen Brennkraftmaschine zusammen mit dem Verbrennungsgas zuzuführen, so dass - zumindest solange die Brennkraftmaschine betrieben wird - keine zusätzliche sog. Entsorgungsvorrichtung benötigt wird. Für die Ruhezeit der Brennkraftmaschine kann dann bspw. ein katalytischer Oxidator als Entsorgungsvorrichtung für das aus dem Kapsel-Innenraum gespülte Gas vorgesehen sein, wobei ausdrücklich darauf hingewiesen sei, dass ein solcher Oxidator als alleinige sog. Entsorgungsvorrichtung vorhanden sein kann.

Es wurde bereits erwähnt, dass der Kapsel-Innenraum durch Erzeugung eines Druckgefälles gespült werden kann bzw. im wesentlichen regelmäßig gespült werden sollte. Zur Spülung mit Überdruck kann dabei eine im wesentlichen außerhalb der Kapsel angeordnete Pumpeinrichtung zum Einsatz kommen, wie bspw. ein bevorzugt elektromotorisch angetriebenes Gebläse oder eine Pumpe. Ggf. kann auch auf eine ohnehin bereits vorhandene Pumpeinrichtung zurückgegriffen werden, bspw. wenn die das Kraftfahrzeug antreibende Brennkraftmaschine mit einem Turbolader zur Leistungssteigerung versehen ist. Aber auch wenn die Spülung durch Unterdruck in Gang gesetzt wird, kann die Vorrichtung zur Erzeugung eines Druckgefälles ein Bestandteil der das Fahrzeug antreibenden Brennkraftmaschine sein, denn bekanntlich erzeugt eine Brennkraftmaschine in ihrem Ansaugtrakt Unterdruck, der zum Spülen herangezogen werden kann.

Unterdruck zur Herstellung des genannten Druckgefälles für einen Spülvorgang kann aber auch mittels einer Saugpumpe oder dgl. erzeugt werden. Alternativ oder zusätzlich kann in einer entsprechenden Ausgestaltungsform

ein separater Boil-off-Brenner, bei dessen Betrieb ebenfalls Unterdruck entsteht, auch zum Spülen des Kapselinnenraumes genutzt werden, d.h. der Boil-off-Brenner kann nicht nur als Entsorgungsvorrichtung für das sich in der Kapsel ansammelnde Gasgemisch, sondern auch als Vorrichtung zur
5 Erzeugung eines Druckgefälles zum Entfernen der anfallenden sog. Kapsel-Gase aus dem genannten Innenraum fungieren.

Grundsätzlich kann sowohl die sog. Entsorgungsvorrichtung, in der die Kapsel-Gase unschädlich gemacht werden, als auch die sog. Vorrichtung zur
10 Erzeugung eines Druckgefälles zwischen dem Kapsel-Innenraum und der Umgebung bzw. Teile oder Elemente derselben ein Bestandteil der Kapsel sein. Im übrigen können zur Erzeugung eines Druckgefälles bzw. zum Spülen des Zwischenraumes auch konvektive Kräfte genutzt werden, so dass ggf. auf eine aufwendige Vorrichtung verzichtet werden kann. Als
15 weitere Variante kann schließlich der sich beim Fortbewegen des Fahrzeugs aufbauende Staudruck als Druckquelle zum Spülen des Kapsel-Innenraumes genutzt werden.

Durch die beschriebene Ausgestaltung einer Kapsel, die (im weiteren nur auf den bevorzugten Anwendungsfall bezugnehmend) Teile oder alle wasserstoffberührten Bauteile eines Wasserstoff-Kryospeichers enthält und durch
20 das Spülen einer solchen Kapsel können mögliche Leckagen an diesen Bauteilen gesammelt erfasst und Sicherheitsrisiken durch die Bildung zündfähiger Gasgemische in dieser Kapsel unterbunden werden. Durch den
25 Einsatz einer entsprechenden Entsorgungs-Vorrichtung der beschriebenen Art werden auftretende Kapselgase ohne Schädigung der Umwelt entsorgt.

Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeug-Kraftstofftank-Systems, insbesondere eines Kryotank-Systems, bspw. für flüssigen Wasserstoff, wobei Elemente des Tank-Systems, wie Leitungen, Ventile oder ähnliches und/oder ein Speicherbehälter für den Kraftstoff zumindest teilweise von einer Kapsel umgeben sind, deren Innenraum zumindest zeitweise entlüftet wird,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Entlüftung des Kapsel-Innenraums ein Druckgefälle erzeugt wird und dass das hierbei abgeführte Gas, das über unvermeidbare Leckage aus dem Tank-System in den Innenraum gelangt ist, derart weiterbehandelt und somit gezielt entsorgt wird, so dass keine Gefährdung für die Umgebung besteht.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftung mittels eines Spülmediums durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass als Spülmedium ein inertes Gas verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass als Spülmedium das von einer das Fahrzeug antreibenden Brennkraftmaschine erzeugte Abgas verwendet wird.

10

15

20

25

30

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftung in Abhängigkeit
zumindest einer Randbedingung zumindest im wesentlichen regelmä-
ßig erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftung zeitlich gesteuert
durchgeführt wird.
7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftung bei Erreichen einer
bestimmten Gas-Konzentration im Kapsel-Innenraum durchgeführt
wird.
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das abgeführte Gas zur Entsorgung
verbrannt wird, so dass lediglich die dabei entstehenden Abgase in
die Umgebung gelangen.
9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das abgeführte Gas zur Entsorgung
katalytisch oxidiert wird.
10. Fahrzeug-Kraftstofftank-System, insbesondere Kryotank-System,
beispielsweise für flüssigen Wasserstoff, wobei Elemente des Tank-
Systems, wie Leitungen, Ventile oder ähnliches und/oder ein Spei-
cherbehälter für den Kraftstoff zumindest teilweise von einer Kapsel
umgeben sind, deren Innenraum zumindest zeitweise mit der Umge-
bung verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass neben einer Vorrichtung zur Erzeugung eines Druckgefälles zwischen dem Kapsel-Innenraum und der Umgebung in einer Verbindungsleitung mit der Umgebung eine Entsorgungsvorrichtung für das abgeführte Gas, das über unvermeidbare Leckage aus dem Tank-System in den Innenraum gelangt ist, vorgesehen ist, in welcher dieses Gas derart weiterbehandelt wird, dass keine Gefährdung für die Umgebung besteht.

11. Fahrzeug-Kraftstofftank-System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Entsorgungsvorrichtung ein Brenner ist.
12. Fahrzeug-Kraftstofftank-System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner und/oder dessen Zündung auf katalytischer Basis arbeitet.
13. Fahrzeug-Kraftstofftank-System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner durch die das Fahrzeug antreibende Brennkraftmaschine gebildet wird.
14. Fahrzeug-Kraftstofftank-System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Entsorgungsvorrichtung ein katalytischer Oxidator ist.
15. Fahrzeug-Kraftstofftank-System nach einem der Ansprüche 10 - 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Erzeugung eines Druckgefälles ein(e) außerhalb der Kapsel angeordnete Gebläse oder Pumpe ist.

16. Fahrzeug-Kraftstofftank-System nach einem der Ansprüche 10 - 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Erzeugung eines
Druckgefälles Bestandteil einer das Fahrzeug antreibenden Brenn-
kraftmaschine ist.
17. Fahrzeug-Kraftstofftank-System nach einem der Ansprüche 10- 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Erzeugung eines
Druckgefälles durch den Brenner zur Entsorgung der Gase gebildet
wird.
18. Fahrzeug-Kraftstofftank-System nach einem der Ansprüche 10 - 14,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung eines Druckgefälles
konvektive Kräfte genutzt werden.
19. Fahrzeug-Kraftstofftank-System nach einem der Ansprüche 10 - 14,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung eines Druckgefälles der
beim Fortbewegen des Fahrzeugs auftretende Staudruck genutzt
wird.

10 Zusammenfassung

Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeug-Kraftstofftank-Systems, insbesondere eines Kryotank-Systems, bspw. für flüssigen Wasserstoff, wobei Elemente des Tank-Systems, wie Leitungen, Ventile oder ähnliches und/oder ein Speicherbehälter für den Kraftstoff zumindest teilweise von einer Kapsel umgeben sind, deren Innenraum in Abhängigkeit zumindest einer Randbedingung regelmäßig entlüftet wird. Die Entlüftung kann bspw. mittels eines inertes Gases als Spülmedium durchgeführt werden. Grundsätzlich wird zur Entlüftung des Kapsel-Innenraums ein Druckgefälle erzeugt und es wird das hierbei abgeführte Gas, das über unvermeidbare Leckage aus dem Tank-System in den Innenraum gelangt ist, gezielt entsorgt, so dass keine Gefährdung für die Umgebung besteht. So kann das Gas verbrannt oder katalytisch oxidiert werden. Die sog. Entsorgungsvorrichtung kann ein separater Brenner sein oder durch die das Fahrzeug antreibende Brennkraftmaschine gebildet werden. Als Vorrichtung zur Erzeugung eines Druckgefälles kann ein außerhalb der Kapsel angeordnetes Gebläse zum Einsatz kommen, es kann sich hierbei aber auch um ein Bestandteil einer das Fahrzeug antreibenden Brennkraftmaschine handeln. Schließlich können zur Erzeugung des Druckgefälles konvektive Kräfte oder der sich bei bewegtem Fahrzeug aufbauende Staudruck genutzt werden.